

I. TUJUAN

1. Mahasiswa dapat mengetahui prinsip kerja dan karakteristik rangkaian ADC 2 Bit.
2. Mahasiswa dapat merancang rangkaian ADC 2 Bit dengan rangkaian analog secara teori dengan benar.
3. Mahasiswa dapat merancang rangkaian ADC 2 Bit dengan rangkaian analog secara praktik dengan menggunakan alat ukur.
4. Mahasiswa dapat membuat analisa dan kesimpulan dari hasil praktikum ADC 2 Bit dengan rangkaian analog.

II. DASAR TEORI

ADC (Analog To Digital Converter) adalah perangkat elektronika yang berfungsi mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital.

ADC memiliki 2 karakter prinsip, yaitu:

1. Kecepatan sampling
2. Resolusi

Kecepatan sampling ADC adalah menyatakan “seberapa sering sinyal analog dikonversikan ke bentuk sinyal digital pada selang waktu tertentu”. Kecepatan sampling biasanya dinyatakan dalam sample per second (SPS).



Ilustrasi Kecepatan Sampling ADC

Resolusi ADC adalah menentukan “ketelitian nilai hasil konversi ADC”. Sebagai contoh ADC 8 Bit akan memiliki output 8 Bit data digital. Ini berarti sinyal input dapat dinyatakan dalam 255 atau $(2^n - 1)$ nilai diskrit. ADC 12 Bit akan memiliki output 12 Bit data digital. Ini berarti sinyal input dapat dinyatakan dalam 4096 data diskrit. Dari contoh di atas dapat disimpulkan bahwa ADC 12 bit akan memberikan resolusi yang lebih baik daripada ADC 8 Bit

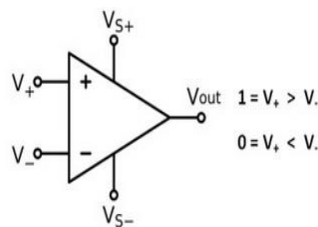
Prinsip Kerja ADC

Prinsip kerja ADC adalah menkonversi sinyal analog ke dalam bentuk besaran yang merupakan rasio perbandingan sinyal input dan tegangan referensi. Sebagai contoh, bila tegangan referensi 5 volt, tegangan input 3 volt, rasio input terhadap referensi adalah 60%. Jadi, jika menggunakan ADC 8 Bit dengan skala maksimum 255, akan didapatkan sinyal digital sebesar $60\% \times 255 = 153$ (bentuk desimal) atau 10011001 (bentuk biner).

$$\text{Signal} = \frac{\text{Sample}}{\text{Max_Value}} \times \text{reference_voltage}$$

Komparator ADC

Bentuk komunikasi yang paling mendasar antara wujud digital dan analog adalah piranti yang disebut komparator. Piranti ini, yang diperlihatkan secara skematik pada gambar di bawah, secara sederhana membandingkan dua tegangan pada kedua terminal inputnya. Bergantung pada tegangan mana yang lebih besar, outputnya akan berupa sinyal digital 1 (high) atau 0 (low). Komparator ini digunakan secara luas untuk sinyal alarm ke komputer atau sistem pemrosesan digital. Elemen ini juga merupakan satu bagian dengan konverter analog ke digital dan digital ke analog.



Konsep Komparator Pada ADC (Analog to Digital Converter)

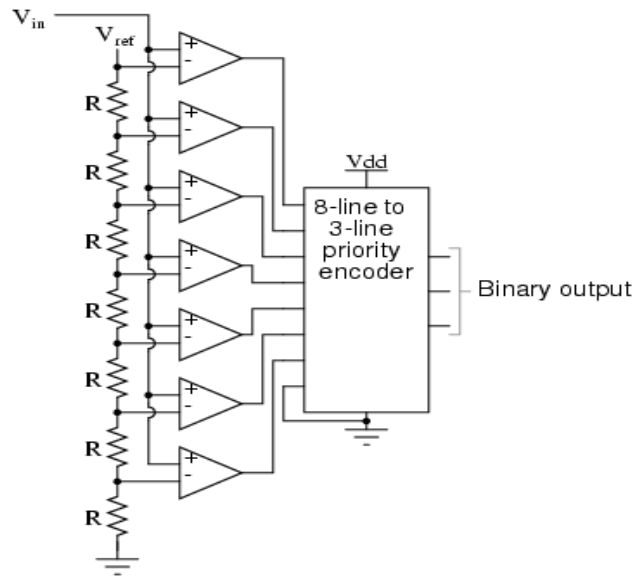
Gambar di atas memperlihatkan sebuah komparator merubah keadaan logika output sesuai fungsi tegangan input analog. Sebuah komparator dapat tersusun dari sebuah op-amp yang memberikan output terpotong untuk menghasilkan level yang diinginkan untuk kondisi logika (+5 dan 0 untuk TTL 1 dan 0). Komparator komersial didesain untuk memiliki level logika yang diperlukan pada bagian outputnya.

Jenis-jenis ADC

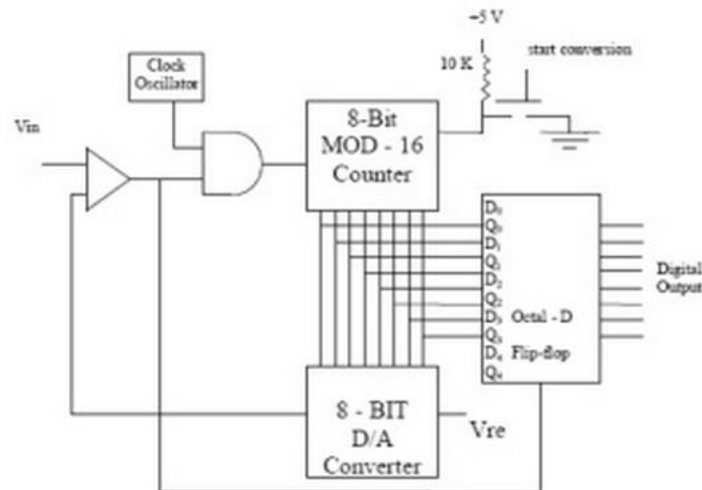
1. ADC simultan

ADC simultan atau biasa disebut flash converter atau paralel converter. Input analog V_i yang akan diubah ke bentuk digital diberikan secara simultan pada sisi

+ pada komparator tersebut, dan input pada sisi – tergantung pada ukuran bit converter. Ketika V_i melebihi tegangan input-dari suatu komparator, maka output komparator adalah high, sebaliknya akan memberikan output low.



2. Counter Ramp ADC



Blok Diagram Counter Ramp ADC

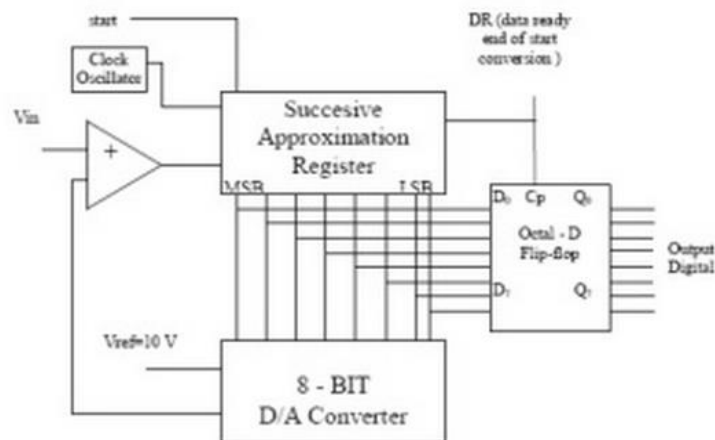
Pada gambar di atas, ditunjukkan blok diagram Counter Ramp ADC didalamnya terdapat DAC yang diberi masukan dari counter, masukan counter dari sumber clock dimana sumber clock dikontrol dengan cara me- AND-kan dengan keluaran komparator. Komparator membandingkan antara tegangan masukan analog dengan tegangan keluaran DAC. Apabila tegangan masukan yang akan dikonversi

belum sama dengan tegangan keluaran dari DAC, maka out keluaran komparator = 1 sehingga clock dapat memberi masukan counter dan hitungan counter naik.

Misal akan dikonversi tegangan analog 2 volt, dengan mengasumsikan counter reset, sehingga keluaran pada DAC juga 0 volt. Apabila konversi dimulai maka counter akan naik dari 0000 ke 0001 karena mendapatkan pulsa masuk dari clock oscillator dimana saat itu keluaran komparator = 1, karena mendapatkan kombinasi biner dari counter 001 maka tegangan keluaran DAC naik dan dibandingkan lagi dengan tegangan masukan demikian seterusnya nilai counter naik dan keluaran tegangan DAC juga naik hingga suatu saat tegangan masukan dan tegangan keluaran DAC sama yang mengakibatkan keluaran komparator = 0 dan clock tidak dapat masuk. Nilai counter saat itulah yang merupakan hasil konversi dari analog yang dimasukkan.

Kelemahan dari counter tersebut adalah lama, karena harus melakukan trace mulai dari 0000 hingga mencapai tegangan yang sama sehingga butuh waktu yang lama.

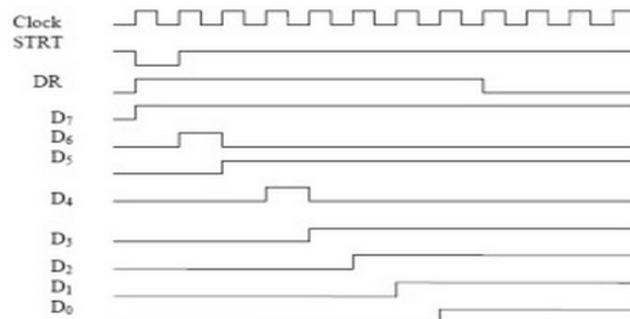
3. SAR (Successive Approximation Register) ADC



Blok Diagram SAR ADC

Pada gambar di atas ditunjukkan diagram ADC jenis SAR, yaitu dengan memakaia konvigurasi yang hampir sama dengan counter ramp tetapi dalam melakukan trace dengan cara tracking dengan mengeluarkan kombinasi bit MSB = 1 = 1000 0000. Apabila belum sama (kurang dari tegangan analog input maka bit MSB berikutnya = 1 = 1100 0000 dan apabila tegangan analog input ternyata lebih kecil dari tegangan yang dihasilkan DAC maka langkah selanjutnya menurunkan kominasi bit = 1010 0000.

Untuk mempermudah pengertian dari metode ini diberikan contoh seperti pada timing diagram gambar di bawah ini



Timing diagram urutan Trace SAR ADC

Misal diberi tegangan analog input sebesar 6,84 volt dan tegangan referensi ADC 10 volt sehingga tegangan keluaran sebagai berikut

Jika $D_7 = 1$ maka $V_{out} = 5$ volt

Jika $D_6 = 1$ maka $V_{out} = 2,5$ volt

Jika $D_5 = 1$ maka $V_{out} = 1,25$ volt

Jika $D_4 = 1$ maka $V_{out} = 0,625$ volt

Jika $D_3 = 1$ maka $V_{out} = 0,3125$ volt

Jika $D_2 = 1$ maka $V_{out} = 0,1625$ volt

Jika $D_1 = 1$ maka $V_{out} = 0,078125$ volt

Jika $D_0 = 1$ maka $V_{out} = 0,0390625$ volt

Setelah diberikan sinyal start maka konversi dimulai dengan memberikan kombinasi 1000 0000 ternyata menghasilkan tegangan 5 volt dimana masih kurang dari tegangan input 6,84 volt, kombinasi berubah menjadi 1100 0000 sehingga $V_{out} = 7,5$ volt dan ternyata lebih besar dari 6,84 volt sehingga kombinasi menjadi 1010 0000 tegangan $V_{out} = 6,25$ volt. Kombinasi naik lagi 1011 0000 demikian seterusnya hingga mencapai tegangan 6,8359 volt dan membutuhkan hanya 8 clock.

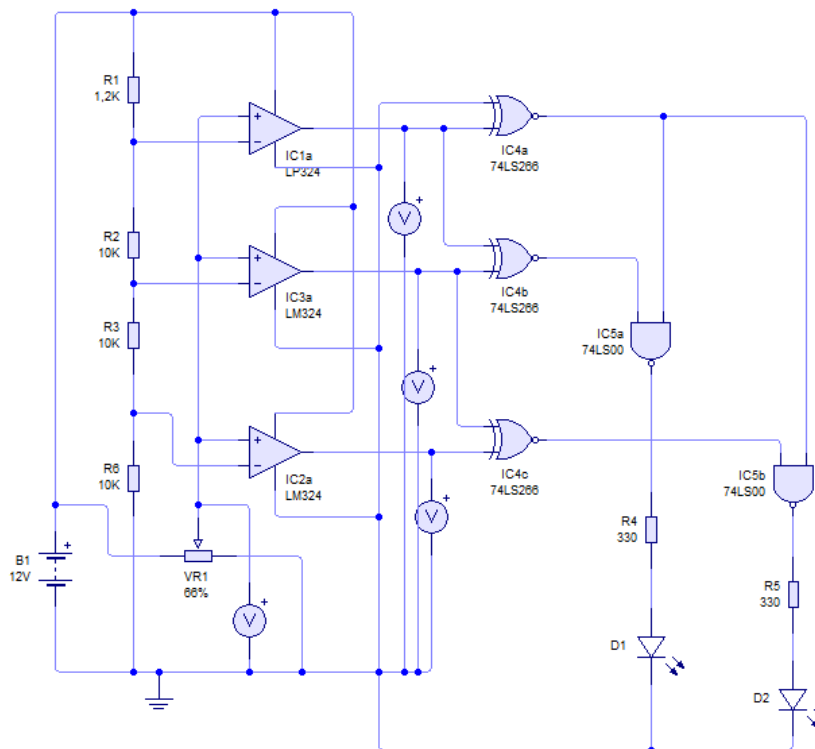
III. ALAT DAN BAHAN

1. Trainer ADC 2 Bit

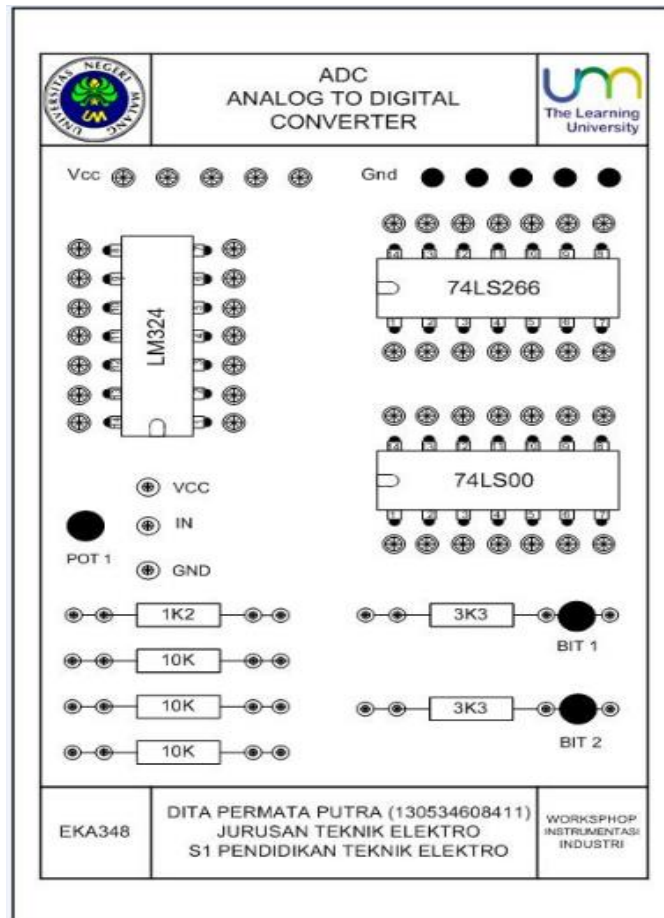
Komponen dari Trainer ADC 2 Bit tersebut, yaitu:

- | | |
|---------------------|--------------|
| a. IC LM324 | = 1 buah |
| b. IC 74266 | = 1 buah |
| c. IC 7400 | = 1 buah |
| d. Potensio 50 K | = 1 buah |
| e. Resistor 1K2 | = 1 buah |
| f. Resistor 10K | = 3 buah |
| g. Resistor 330 ohm | = 2 buah |
| h. LED | = 2 buah |
| 2. Power supply | = 1 buah |
| 3. AVO meter | = 1 buah |
| 4. Jumper | = secukupnya |

IV. GAMBAR RANGKAIAN



Gambar Rangkaian ADC 2 Bit dengan Rangkaian Analog



Gambar Trainer ADC 2 Bit dengan Rangkaian Analog

V. LANGKAH – LANGKAH PERCOBAAN

1. Siapkan alat dan bahan yang dibutuhkan.
2. Kalibrasi alat ukur terlebih dahulu sebelum digunakan.
3. Berikan tegangan inputan sebesar 12 volt.
4. Atur tegangan referensinya dengan menggunakan potensiometer sesuai dengan tabel percobaan.
5. Amati LED yang nyala pada keluaran ADC.

VI. DATA HASIL PERCOBAAN

No	Besarnya Tegangan Referensi (Volt)	Indikator LED	
		Bit 2	Bit 1
1.	0		
2.	1,5		
3.	3		
4.	4,5		
5.	6		
6.	7,5		
7.	9		
8.	10,5		
9.	12		

Ket: 1 = untuk LED menyala, 0 = untuk LED mati

VII. ANALISA DATA

.....
.....
.....
.....

VIII. KESIMPULAN

.....
.....
.....

IX. LATIHAN

1. Jelaskan prinsip kerja rangkaian ADC yang menggunakan rangkaian analog!
2. Bagaimana membuat rangkaian ADC menggunakan IC 555? Jelaskan!